

## United States Patent [19]

Dietrich et al.

[11] Patent Number: 4,785,180

[45] Date of Patent: Nov. 15, 1988

[54] OPTOELECTRONIC SYSTEM HOUSED IN A PLASTIC SPHERE

3,881,106 4/1975 Fockier et al. .... 250/221  
4,607,159 8/1986 Goodson et al. .... 250/221

[75] Inventors: Johannes Dietrich, Gilching; Georg Plank, Herrsching, both of Fed. Rep. of Germany

Primary Examiner—David C. Nelms  
Attorney, Agent, or Firm—Collard, Roe & Galgano

[73] Assignee: Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt fur Luft- und Raumfahrt e.V., Bonn, Fed. Rep. of Germany

## [37] ABSTRACT

[21] Appl. No.: 33,512

An optoelectric array or system permitting the simultaneous input of six displacement components is housed in a plastic sphere wherein a fixed slit diaphragm is connected in series to each of six light-emitting devices, which are arrayed in a plane at equal angular displacements from each other. The light-emitting devices are arrayed opposite corresponding linear one-dimensional position-sensitive sensors, whose axes are aligned vertically in the direction of the slits of the corresponding slit diaphragms, so that the light-emitting devices with their corresponding slit diaphragms are adapted to move relative to the position-sensitive sensors. The individual light-emitting device allocated to each sensor is driven by an electronic controller which maintains the sum of both currents flowing in the corresponding position-sensitive sensor constant and equal for all six sub-systems and additionally regulates the radiant intensity of the light-emitting devices.

[22] Filed: Apr. 1, 1987

## [30] Foreign Application Priority Data

Apr. 4, 1986 [DE] Fed. Rep. of Germany .... 3631337

[51] Int. Cl. .... G01D 5/34

[52] U.S. Cl. .... 250/231 R; 73/517 R; 250/229

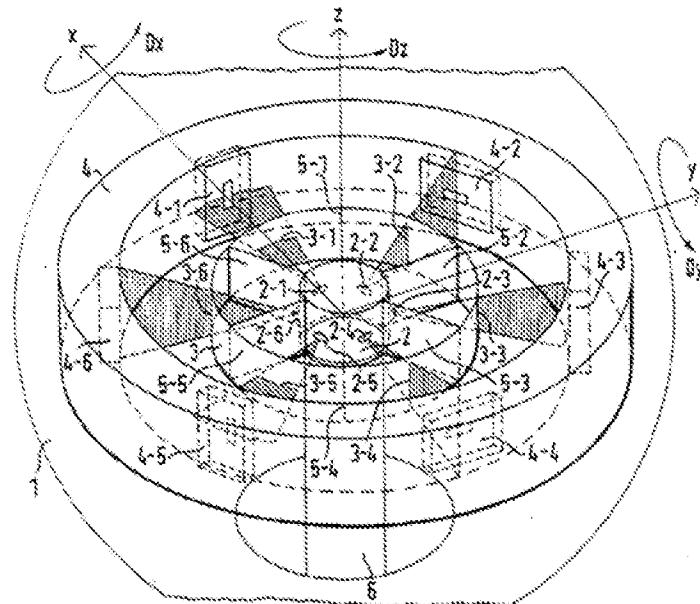
[58] Field of Search .... 250/221, 229, 216, 238, 250/561, 231 R; 73/517 R, 517 P, 518, 800, 705; 340/709

## [56] References Cited

## U.S. PATENT DOCUMENTS

3,814,199 6/1974 Jones .... 150/229

3 Claims, 2 Drawing Sheets



## ② 公開特許公報 (A)

昭63-40803

②Int.Cl.†	識別記号	府内整理番号	②公開 昭和63年(1988)2月22日
G 01 B 11/00		A-7625-2F	
H 01 L 31/12		G-6819-5F	
// B 25 J 19/02		7502-3F	審査請求 有 発明の数 1 (全7頁)

②発明の名称 光電装置

②特 願 昭62-80872

②出 願 昭62(1987)4月1日

優先権主張 ②1986年4月4日②西ドイツ(D E)②P3611337.9

②発明者 ヨハネス、ディートリ ドイツ連邦共和国、デ-8031、ギルヒング、アム・ブーハ ツヒ ンストツク 30

②出願人 ドイチエ、フォルシュ ドイツ連邦共和国、デ-5000、ケルン 90、リンダー・ヘ ンクス・ウント・フエ ルザハザンシユタル ト、ヒュール、ルフ ト・ウント・ラオムフ アールト、アインゲト ウラグナー、フェライ ン

②代理人 弁理士 木村 高久

最終頁に続く

## 明細書

## 1. 発明の名称

光電装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 6つの成分、すなわちカルテ座標系の3つの軸の中、またはその周囲の3つの移動および角度変動を同時に与えるための合成物質球内に取付けられた光電装置において、

互いに同じ角度範囲で1つの平面内に取付けられた少なくとも6つの発光装置 (2-1~2-6) の各々に、検出器袖がそれぞれ対応するスリット絞り (3-1~3-6) のスリット方向に直角に並列させられたそれぞれ1つの位置感知検出器 (4-1~4-6) に拘合ってそれぞれ前に接続されて固定して配置されたスリット絞り (3-1~3-6) を設けられて、対応するスリット絞り (3-1~3-6) を備えた発光装置 (2-1~2-6) と位置感知検出器 (4-1~4-6) とが互いに相対的に動くことができるようになって

おり、各位置感知検出器 (4-1~4-6) に個々に対応する発光装置 (2-1~2-6) がそれぞれ1つの調整済予装置により制御され、この調整済予装置は対応する位置感知検出器 (4-1~4-6) 中に流れれる2つの電流の和をすべての6つの系に対して等しい前に一定に保持し、このために発光装置 (2-1~2-6) の放射度を調整することを特徴とする光電装置。

(2) 位置感知検出器 (4-1~4-6) がシリンドラ状のリング (4) の内側に対応して配置されていて、このリングは合成物質球 (1) の内側に固定して配置されており、このリングはリング (4) と中央に発光装置を支持している保持装置との間に設けられたねじ子を介して、少なくとも6つの発光装置 (2-1~2-6) とこれらにそれぞれ固定して対応させられた6つのスリット絞り (3-1~3-6) とに沿って動くことができて、リング (4) が常にその出発位置に戻るようにされていることを特徴とする特許請求の範囲 第(1) 項記載の光電装置。

(3) 少なくとも6つの発光装置(2-1～2-6)がなるべくは1つの保持装置(2)に取付けられていて、この保持装置には、なるべくは半径方向に延びる板(5-1～5-6)を介してシリカ状リング(3)が固定して結合されていて、このリング内では、保持装置(2)に取付けられた発光装置(2-1～2-6)と同じ角度距離で、これらの発光装置に半径方向で向合ってそれぞれ互いに90°ずらされたスリット絞り(3-1～3-6)が交互に作られていることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項または第(2)項記載の光電装置。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 〔産業上の利用分野〕

本発明は、カルテ座標系においてX-, Y-, Z-方向の移動およびこれら3つの軸の周りの角度回転である6つ成分を同時に与えることができる、合成物質球内に設置された光電装置に関するものである。

#### 〔従来の技術およびその問題点〕

定し、得られた測定値を簡単な電子装置によって増幅し、音定する。

#### 〔問題点を解決するための手段〕

本発明によれば、このことは、互いに同じ角度距離で1つの平面内に取付けられた少なくとも6つの発光装置の各々に、検出器がそれに対応するスリット絞りのスリット方向に直角に整列させられたそれぞれ1つの位置感知検出器に向合ってそれぞれ前に接続されて固定して配線されたスリット絞りを設けられて、対応するスリット絞りを備えた発光装置と位置感知検出器とが互いに相対的に動くことができるように入力されており、各位置感知検出器に個々に対応する発光装置が、それぞれ1つの調整電子装置により制御され、この調整電子装置は対応する位置感知検出器中に流れる2つの電流の和をすべての6つの系に対して等しい値に一定に保持し、このために発光装置の放射度を調制することにより達成される。本発明の別の有効な形態は後述の通りである。

合成物質球内に取付けられた光電装置の構成

そのような装置により、ロボット運動の学習、あるいは一般的に表わすと機械装置の動作が簡単、容易に、迅速に行われる。3-D測定用においても、合成物質球に設置された装置により、スクリーンにおける表示が非常に迅速に、移動され、回転され、ズームされる。

このためには、DE3240251で公告されたような人間の手の直徑に適するようにされた合成物質球を使用すると都合がよい。測定系としては、自民2727704で公知のカーブ軸メント感知器が使用された。

公知のカーブ軸メント感知器においては、この感知器において使用される弯曲体の製造、全体で16の伸び測定片の手動接続および配線、および伸び測定片の後に接続される高価な增幅用電子装置の費用がかさむことは欠点である。

従って本発明は、構成が簡潔で、公知のカーブ軸メント感知器に比して簡単に作られる光電装置を提供しようとするもので、これによって、カーブメントの代わりに、行程や角度移動を測

実施形態によれば、互いに同じ角度距離で1つの平面内に少なくとも6つの発光装置が設けられていて、これらの装置にはそれぞれ予め定められた間隔に相当して作られたスリット絞りが固定して対応させられている。さらに、発光装置の各々に向合って位置感知検出器が配置されて、その検出器が検出器の各々に対応するスリット絞りのスリット方向に直角に作られている。

本発明による装置によって、6つの異なった成分、すなわち、カルテ座標のX-, Y-, Z-軸の方向における3つの移動、およびこれら3つの軸の周りの3つの角度回転を測定するためには、発光装置がそれらに固定して対応させられたスリット絞りと共に位置感知検出器に接して相対的に互いに動き得るよう配置されている。位置感知検出器が、合成物質球の内側に取付けられたシリカ状のリングの内側に配置されていると都合がよい。

位置感知検出器を支持するリングと、中央に発光装置を支持する保持装置との間に、ばね素子、

なるべくはうず巻きの形のもの、が設けられていて、例えはねじ付きボルトにより保持されて、位置感知検出器を支持するリングが静止保持装置に掛して、6つの発光装置と固定して対応するスリット板りと共に動くことができ、リングが常にその出発位置に戻るようになっている。

従来使用されていた調定系と異なり、本発明による光電装置は非常に簡単で、著しく価格的に有利で、非常に小さく、すなわち簡潔に作られているので、従来の系に特有な欠点が除去されている。

その上に、本発明によれば各検出器には、個々の1つの定められた発光装置が対応し、この装置は簡単な調整電子装置により制御され、各発光装置に別々に対応させられた検出器に流れる2つの電流の和を常に1つの値に保持するが、この値は発光装置と、対応させられたスリット板りと、検出器とからなるすべての6つの系に対して等しい。

このことを達成するために、発光装置の放射度、

れていらない保持装置2に取付けられている。発光ダイオード2-1には予め一定に定められた間隔でシリンダ状リング3内に作られたスリット板りが対応していて、この板りは第2図の断面においては水平に延びるスリット板り3-1である。それぞれのスリット板りのスリット方向に直角に、位置感知検出器(PSD)4-1が設けられていて、第2図に示された断面においてはシリンダ状リング4に取付けられている。

第2図に示されて上述のように互いに対応する素子、すなわち発光ダイオード2-1、スリット板り3-1およびそのスリット方向に直角に配置された位置感知検出器4-1はある程度まで基本構成を作り、これは第1図の斜視図に見られるように少なくとも6重に必要である。

本発明による光電装置においては、6つの発光装置、なるべくは6つの発光ダイオード2-1～2-6が1つの平面内に配置されていて、発光装置には定められた間隔でそれぞれ1つのスリット板り3-1～3-6が対応させられている。こ

すなわち例えは発光ダイオードの形のようないわゆる装置における放射度、導通電流に相当して調整される。前述の調節、すなわち選別、通過、デジタル化、およびそれに統いて測定値を6つのカルテ出力信号に換算するために必要とされるすべての電子構成部分は、約70mmの直径を持つ合成物質球内に取付けることができる。

本発明による装置は前述のような簡単な機械であるにも拘らず、1%以下の分解能で、測定される6つの成分の間の非常に良好な結合分離性を持っている。

既に述べたように、全電子装置は球内に一體とすることができる。さらに、本発明による装置においては、レンズ系を必要とせず、調節または校正作業を必要としない。

#### 【実施例】

以下図面により本発明を実施例について説明する。

第2図の断面から判るようすに、発光装置、なるべくは発光ダイオード2-1が概略的にしか示さ

の場合に隣接するスリット板りは1つのリング3内でそれぞれ互いに90°ずらされている。従って例えはスリット板り3-1は水平で、2の隣接するスリット板り3-2および3-6はこれに直角に作られている。この関係は、すべての残りのスリット板りおよびそれらに隣接するスリット板りにも当てはまるものである。

第1図に概略的に示された実施形態においては、少なくとも6つの位置感知検出器4-1～4-6がシリンダ状リング4においてそれらに対応するスリット板り3-1～3-6に関して相当して配置させられている。さらにリング4は6つの検出器4-1～4-6と共に合成物質球1の内側に固定して取付けられている。6つの発光ダイオード2-1～2-6は第1図においては概略的にシリンダとして示された保持装置2内に取付けられていて、この保持装置はまた支持体6を介して静止しているので、合成物質球1を介して、これに固定して結合されたリング4はこれに取付けられた6つの検出器と共に、6つの発光装置2-1～2

～6およびこれに固定して対応させられたスリット絞りリング3に向合って動くことができる。

第1図に概略的にシリンダとして示された静止保持装置2は、実用的実施形態においては、静止支持体6と固く結合された板として作られてもよく、この板の直径は検出器4～1～4～6を支持するリング4の外径に相当するものであって、この板はリング4の上または下に配置される。

この場合には、リング4と板状保持装置2との間にばね素子、なるべくはうず巻ばねが設けられていて、これらのはねはねじ付きボルトによりリング4にも板状保持装置2にも固く対応させられている。都合よいことに、そのようなうず巻ばねにより、検出器4～1～4～6を支持するリング4は合成物質球を介して、発光装置2～1～2～6の静止装置および固定して対応させられたスリット絞り3に関して動くことができ、それぞれ移動または角度回転した後に再びその出発位置へ戻る。

第1図の概略的な斜視図においては、個々の発光ダイオード2～1～2～6を遮蔽するために、

びハッキングにより表出された発光ダイオード2～1～2～6から出る平面の位置から判るように、個々の位置感知検出器4～1～4～6の検出器軸は常に対応するスリット絞り3～1～3～6に直角に整列させられている。

これにより各個の基本測定系は検出器軸方向において行われる運動に対する選択的な測定感度を保持し、スリット状絞りに沿く検出器に直角な運動も、検出器表面に直角な運動も完全に分離されることが可能であるが、そのような運動によっては測定信号は発生されない。

いわゆる測定平面内で設けられた、第2図に概略的に示された基本測定系の少なくとも6重の装置により、すべての6つの可能な運動成分、すなわち座標系の3つの軸の方向における3つの移動、およびこれら3つの軸の周りの角度運動を完全に検出することができる。

少なくとも6つの位置感知検出器4～1～4～6はシリンダ状リング5に取付けられていて、これらの検出器表面の基点は共通な平面、すな

それらの間にそれぞれ半径方向に延びる遮蔽板5～1～5～6が示されている。しかしながらそのような板は、個々の発光ダイオードがその形態により、あるいは相当する配置により、あるいは保持装置2上にとか、内にとかに取付けることによりそれ自体で遮蔽されて、設置された半径方向に向合う発光装置の光だけがこれに固定して対応させられたスリット絞りを介してそれぞれの位置感知検出器に当たることが保証されるならば、その板を取除いてもよい。

選択された、都合のよい全装置により、原理的には精確である光学的対応の反応のときに可能となるものよりも、空間的に簡潔な測定系が提供される。

第2図により説明される少なくとも6つの基本測定系は、互いに同じ角度偏角、すなわち60°の偏角で1つの平面内に配置されていて、既に述べたように、この平面に対して交互に水平および垂直に整列させられたスリット絞り3～1～3～6を持っている。個々のスリット絞りの位置およ

られた測定表面を作る。合成物質球1は検出器4～1～4～6を支持するリング4に固定して取付けられており、このリング4は上記のようになるべくはね素子により静止保持装置に結合されていて、この保持装置は6つの発光装置2～1～2～6およびこれらに固定して対応させられたスリット絞り3～1～3～6からなる装置を支持しているので、これらのはね素子は、命令が球1にもたらされなければ、全測定系を機械的位置に保持する。

この場合にばね特性(剛性)の変化により、球の運動特性が広範囲に影響を受ける。比較的柔軟なばね素子を使用すれば、球1は行程感知センサより早く作用し、硬いばね素子を使用すれば命令は力およびモーメントを加えたことにより多く与えられる。

すべての検出系に対して1つの光源だけでなく、それぞれ個別の各個のいわゆる基本測定系に対応する光源を使用するために、必要な信号選別電子装置が非常に簡単に実現される。各位置感知検出

然に相当する光スリットの間隔となっている位置は、予め比照する電圧 ( $V_1$ 、 $V_2$ ) に換算された 2 つの出力電圧 ( $I_1$ 、 $I_2$ ) から公知の式  $(V_1 - V_2) / (V_1 + V_2)$  により測定される。しかしながらこの商は比較的費用を要してアナログ技術的にしか定められない。電圧  $V_1$  および  $V_2$  の検出もデジタル化も、またそれに続く表現のデジタル決定も、分解能の低い価格の高い変成器を使用する場合には特に成果において付加的な量子化誤差を生じる。

既に述べたように、この発明は本発明による光電装置によれば、各位置感知検出器に個別の光路を対応させ、この光路が簡単な調整電子装置により制御されることにより除去される。この調整電子装置により、2 つの検出器電流  $I_1$  および  $I_2$  の和 ( $I_1 + I_2$ ) が測定され、対応する光路放射度が調整され、対応するスリット枚り (3-1 ~ 3-6) の相隔および位置に関係なくこの和が常に固定して設定された値に相当するようにされるが、この値はすべての少なくとも 6 つの基本測

定系に対して等しいものである。

この調整電子装置により、このとき異なる検出器感度、異なる光ダイオード効率、電子構成素子の公差および温度ドリフトが自動的に迅速に調整される。このようにして、付加的な補償が必要でなく、従ってこの装置は不要である。所望の位置信号はそのとき簡単に非常に正確に検出器の出力電流  $I_1$  および  $I_2$  に比例する電圧  $V_1$  および  $V_2$  の差形成だけで定められる。

そのようにして得られた個々の位置感知検出器 4-1 ~ 4-6 の少なくとも 6 つの位置電圧  $V_{11} \sim V_{16}$  はデジタル化され、マイクロコンピュータに導かれるが、このコンピュータはそのとき例えば後にあって再び与えられた簡単な方程式系を介して全体で 6 つの移動および角度回転を計算する。

X	0	1.75	0	0	0	-1.75	$V_{11}$
Y	0	-1	0	2	0	-1	$V_{12}$
Z	1	0	1	0	1	0	$V_{13}$
Dx	0	0	1.75	0	-1.75	0	$V_{14}$

Dy 2 0 -1 0 -1 0  $V_{15}$   
Dz 0 1 0 1 0 1  $V_{16}$

本発明による光電装置のプロト型での運動試験によれば、合成物質球内に設置された測定装置の明白な機能が確認された。例えば、6 つの自由度を有するロボットが運動中に整然と結合から外されて、室内の直線軌道において案内された。同様に、トランクレータ運動が現われることなく、手の配位を命令することができた。

本発明による光電装置は、例えばロボットおよび工作機械において現われるような、非常に複雑な位置決め目的に対しても特に適している。そのような場合には、発光装置からなる装置と、これに固定して対応させられた枚り部分と、位置感知検出器を備えたリングとはそのときバネに結合されておらず、分離して 2 つの整列させられた機械部分に取付けられている。本発明による光電装置と、その後に接続されている調整電子装置とにより、そのとき前記の部分は 6 つのすべて自由度において整列させられ、あるいは残存している整列

誤差を非常に正確に確定することができる。

本発明による光電装置の根本思想を変更することなく、広い面積の検出器を使用して、これにより大きい行程および角度測定範囲を保つことができる。この場合には、そのとき光線束を作るため、または検出器面にそれを写像するためにレンズ系を使用することが重要である。

#### 4. 図面の簡単な説明

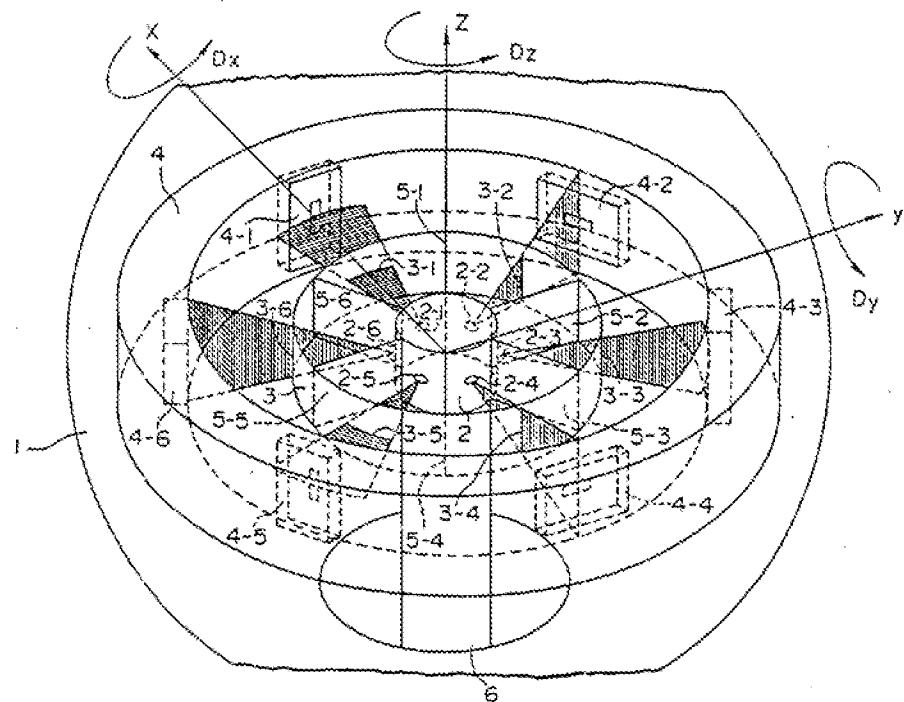
第 1 図は、本発明による光電装置を合成物質球内に取付けた部分の斜視図、および、第 2 図は、第 1 図の斜視図からの拡大部分図で、本発明による光電装置の部分の対応が示されている。

1 … 球、2 … 保持装置、2-1 ~ 2-6 … 発光装置、3 … シリンダ状リング、3-1 ~ 3-6 … スリット枚り、4 … シリンダ状リング、4-1 ~ 4-6 … 位置感知検出器、5-1 ~ 5-6 … 電線板、6 … 支持装置。

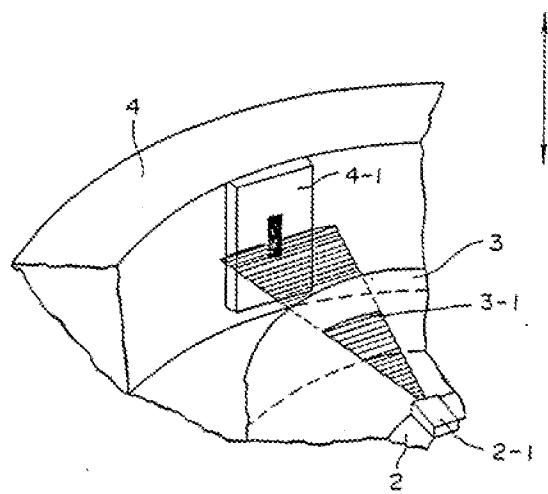
出願人代理人 木村嘉久



図面の添付(内容に変更なし)



第1図



第2図

## 第1頁の続き

⑥発明者 ゲオルク、ブランク ドイツ連邦共和国、デー8036、ヘルシンク、ゼーフェルト  
シュトラーセ 13

⑦発明者 ハンス、クラウス ドイツ連邦共和国、デー8031、アリンク・ビブルク、ミュ  
ンヒエナー・シュトラーセ 9

## 手続名簿正誤 (方式)

昭和62年 6月20日



## 7. 指正の内容

(1) 本證の特許出願人の様及び代理権を証明する書面を別紙の通り補正する。

(2) 図面に関しては、顕著に最初に添付した図面の添付  
(内容に変更なし)を別紙のとおり補正する。

特許庁長官 聲

## 1. 事件の表示



昭和62年特許類第80872号

## 2. 発明の名称

光電装置

## 3. 指正をする者

事件との関係 特許出願人

トイチュ、フォルションクス・ウント・フェルザハゲンシュ  
タルト、ヒュール、ルフト、ウント、ラオムファールト、  
アイングトクラゲナー、フェライン

## 4. 代理人

(〒104) 東京都中央区銀座2丁目11番2号

銀座大作ビル6階 電話 03-545-3508 (代表)

7105弁理士 木村義久



## 5. 指正命令の日付

昭和62年6月3日

(発送日 昭和62年6月30日)

## 6. 指正の対象

新規の特許出願人の様、代理権を証明する書面及び図面

